

(19) 日本国特許庁 (J P)

# (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-102954

(43) 公開日 平成7年(1995)4月18日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>  
F01N 3/24  
3/08  
3/18  
識別記号  
E  
R  
A  
B  
ZAB B

F I

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全10頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平5-245069  
(22) 出願日 平成5年(1993)9月30日

(71) 出願人 000003207  
トヨタ自動車株式会社  
愛知県豊田市トヨタ町1番地  
(72) 発明者 原田 泰生  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
(72) 発明者 荒木 康  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
(72) 発明者 広田 信也  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
(74) 代理人 弁理士 宇井 正一 (外4名)

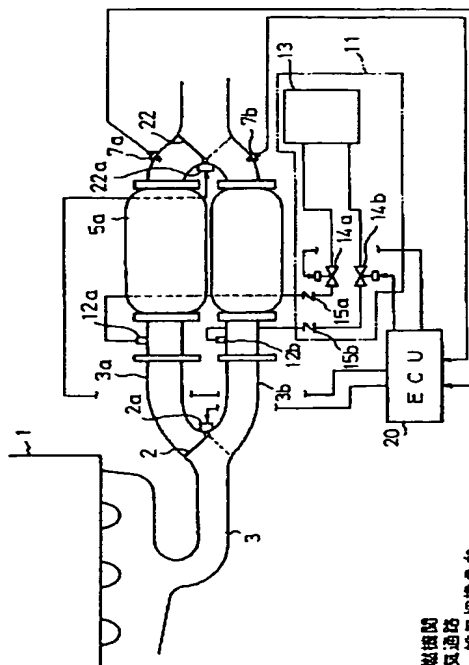
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【要約】

【目的】  $\text{NO}_x$  吸収剤の  $\text{NO}_x$  吸収能力の温度変化を考慮して、効率的な排気浄化を行う。

【構成】 内燃機関1の排気通路3に  $\text{NO}_x$  吸収剤5a、5bを並列に接続し、排気切換弁2、22により排気を交互に切り換えて  $\text{NO}_x$  吸収剤5a、5bの再生を交互に行う。エンジン制御回路(ECU)20は、排気温度センサ7a、7bにより  $\text{NO}_x$  吸収剤を通過する排気温度を検出して、 $\text{NO}_x$  吸収剤の  $\text{NO}_x$  吸収能力の温度変化に基づく最適な吸収時間を算出し、算出された吸収時間に応じて排気切換弁の切換えを行う。



2...内燃機関  
3...排気通路  
2, 22...排気切換弁  
5a, 5b... $\text{NO}_x$ 吸収剤  
7a, 7b...排気温度センサ  
11...還元剤供給装置

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 リーン空燃比の燃焼を行うことのできる内燃機関の排気通路に並列に接続された複数の分岐通路と、

該分岐通路のそれぞれに配置され、流入する排気空燃比がリーンのときに排気中の $\text{NO}_x$ を吸収し、排気酸素濃度が低下したときに吸収した $\text{NO}_x$ を放出する $\text{NO}_x$ 吸収剤と、

前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気流量をそれぞれ個別に低減することが可能な排気切換弁と、

前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤のそれぞれに個別に還元剤を供給することが可能な還元剤供給装置とを備え、

前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤に所定の吸収時間排気中の $\text{NO}_x$ を吸収させた後、 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気流量を低減して還元剤を供給することにより、 $\text{NO}_x$ 吸収剤から吸収した $\text{NO}_x$ を放出させるとともに放出された $\text{NO}_x$ を還元浄化する操作を、順次前記各 $\text{NO}_x$ 吸収剤に行う内燃機関の排気浄化装置において、

前記内燃機関の排気温度を検出する排気温度検出手段と、

検出された排気温度に応じて前記各 $\text{NO}_x$ 吸収剤の前記吸収時間を設定する制御手段とを備えたことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項2】 前記複数の $\text{NO}_x$ 吸収剤は、異なる温度吸収特性を有するものを含み、前記制御手段は、更に各 $\text{NO}_x$ 吸収剤の温度吸収特性の相違に応じて異なる $\text{NO}_x$ 吸収時間を設定することを特徴とする請求項1に記載の排気浄化装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、内燃機関の排気浄化装置に関し、詳細には、ディーゼルエンジンや希薄燃焼を行うガソリンエンジン等、リーン空燃比の燃焼を行う内燃機関の排気中の $\text{NO}_x$ を効果的に除去可能な排気浄化装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】この種の排気浄化装置の例としては、例えば特開昭62-106826号公報に開示されたものがある。同公報の装置は、ディーゼル機関の排気通路に酸素の存在下で $\text{NO}_x$ を吸収する吸収剤（触媒）を2つ並列に接続し、交互に一定時間排気中の $\text{NO}_x$ を吸収させ、該吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収能力が飽和したときに吸収剤への排気の流入を遮断して吸収剤に還元剤を供給し、吸収剤から $\text{NO}_x$ を放出させるとともに放出された $\text{NO}_x$ を還元浄化するようにしたものである。すなわち、同公報の装置では、2つの $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収と放出、還元浄化とが、交互に一定時間毎に繰り返される。

【0003】上記特開昭62-106826号公報の装置では、各 $\text{NO}_x$ 吸収剤は一定時間排気中の $\text{NO}_x$ を吸収した後に還元剤の供給による再生操作が行われる（な

お、本明細書では、上記 $\text{NO}_x$ 吸収剤からの吸収した $\text{NO}_x$ の放出と還元浄化の操作を「 $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生操作」と言うことにする）。ところが、 $\text{NO}_x$ 吸収剤が吸収可能な $\text{NO}_x$ の量（ $\text{NO}_x$ 吸収能力）は常に一定ではなく、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の温度によって大きく変化する。このため、上述の公報の装置のように各 $\text{NO}_x$ 吸収剤に $\text{NO}_x$ を吸収させる時間（ $\text{NO}_x$ 吸収時間）を一定に固定していると、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収能力を有効に活用できない場合が生じる。例えば、 $\text{NO}_x$ 吸収時間を固定していると、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の温度が低く吸収能力が低下しているときには、 $\text{NO}_x$ 吸収時間が長すぎるため吸収時間の途中で $\text{NO}_x$ 吸収剤が飽和してしまい、飽和後は流入排気ガス中の $\text{NO}_x$ が吸収されずに $\text{NO}_x$ 吸収剤を通過してしまい排気性状が悪化する場合がある。また、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の温度が適度に高く吸収能力が増大している場合には、設定した $\text{NO}_x$ 吸収時間が終わってもまだ十分に $\text{NO}_x$ を吸収できるにもかかわらず $\text{NO}_x$ 吸収剤の再生が開始されてしまうような場合が生じ、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収能力が最大限に使用されない場合があり、どちらの場合も効率的な排気浄化を行うことのできない問題がある。

【0004】本発明は上記問題に鑑み、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の温度による $\text{NO}_x$ 吸収能力の変化に対応して効率的な排気浄化を行うことのできる内燃機関の排気浄化装置を提供することを目的としている。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、リーン空燃比の燃焼を行うことのできる内燃機関の排気通路に並列に接続された複数の分岐通路と、該分岐通路のそれぞれに配置され、流入する排気空燃比がリーンのときに排気中の $\text{NO}_x$ を吸収し、排気酸素濃度が低下したときに吸収した $\text{NO}_x$ を放出する $\text{NO}_x$ 吸収剤と、前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気流量をそれぞれ個別に低減することが可能な排気切換弁と、前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤のそれぞれに個別に還元剤を供給することが可能な還元剤供給装置とを備え、前記 $\text{NO}_x$ 吸収剤に所定の吸収時間排気中の $\text{NO}_x$ を吸収させた後、 $\text{NO}_x$ 吸収剤に流入する排気流量を低減して還元剤を供給することにより、 $\text{NO}_x$ 吸収剤から吸収した $\text{NO}_x$ を放出させるとともに放出された $\text{NO}_x$ を還元浄化する操作を、順次前記各 $\text{NO}_x$ 吸収剤に行う内燃機関の排気浄化装置において、前記内燃機関の排気温度を検出する排気温度検出手段と、検出された排気温度に応じて前記各 $\text{NO}_x$ 吸収剤の前記吸収時間を設定する制御手段とを備えたことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0006】また、本発明によれば、前記複数の $\text{NO}_x$ 吸収剤が温度吸収特性の異なるものを含み、前記制御装置が、更に各 $\text{NO}_x$ 吸収剤の温度吸収特性に応じて異なる $\text{NO}_x$ 吸収時間を設定するようにすることもできる。

## 【0007】

【作用】 $\text{NO}_x$  吸収剤の温度は、流入する排気の温度に応じて変動する。請求項 1 に記載の本発明では、排気温度 ( $\text{NO}_x$  吸収剤温度) に応じて  $\text{NO}_x$  吸収剤の  $\text{NO}_x$  吸収時間を変えることにより、 $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力の変化に応じた最適な  $\text{NO}_x$  吸収時間が設定される。すなわち、 $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力が低下する温度領域では  $\text{NO}_x$  吸収剤の  $\text{NO}_x$  吸収時間は短く設定され、 $\text{NO}_x$  吸収能力の飽和による排気中の  $\text{NO}_x$  エミッションの増大が防止されるとともに、 $\text{NO}_x$  吸収能力の増大する温度領域では吸収時間が長く設定され、 $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力を有効に活用した効率的な排気浄化が行われる。

【0008】一方、上記の場合において、複数の  $\text{NO}_x$  吸収剤の温度に対する吸収能力の変化特性 (温度吸収特性) が全て同一であると、ある特定の温度領域では全部の  $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力が低下するため、装置全体としての  $\text{NO}_x$  吸収能力が低下してしまう場合がある。更に、上記の場合  $\text{NO}_x$  吸収能力が低下する温度領域では全部の  $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収時間が短くなり、 $\text{NO}_x$  吸収剤の再生操作が短い周期で繰り返されることになる。複数の  $\text{NO}_x$  吸収剤に流入する排気流量を順次低減させて再生操作を行う場合には、再生操作に伴って排気の流れを切り換える必要があるが、切換え時に排気通路の背圧の変化による機関出力の変動が生じる場合があり、 $\text{NO}_x$  吸収剤の切り換え頻度が増大することは運転上好ましくない。

【0009】請求項 2 に記載の本発明では、前記複数の  $\text{NO}_x$  吸収剤は温度に対する吸収能力の変化の特性 (温度吸収特性) が異なるものが使用され、各  $\text{NO}_x$  吸収剤の  $\text{NO}_x$  吸収時間は、排気温度とそれぞれの  $\text{NO}_x$  吸収剤の温度特性とに応じて設定される。このため、ある特定の温度領域で全部の  $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力が低下することがなく、装置全体としての  $\text{NO}_x$  吸収能力の低下が防止される。また、全部の  $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収時間が同時に短く設定されることがないため、 $\text{NO}_x$  吸収剤全体の切換え頻度はほぼ一定に保たれ、運転上大きな影響が生じることがない。

【0010】

【実施例】以下、添付図面を用いて本発明の実施例を説明する。図 1 において、1 はディーゼルエンジンや希薄燃焼を行うガソリンエンジン等のリーン空燃比の燃焼を行うことのできる内燃機関、3 は内燃機関 1 の排気通路を示す。本実施例では排気通路 3 には 2 つの分岐通路 3 a、3 b が設けられており、通路 3 a、3 b にはそれぞれ流入する排気空燃比がリーンのときに排気中の  $\text{NO}_x$  を吸収し、排気中の酸素濃度が低下したときに吸収した  $\text{NO}_x$  を放出する  $\text{NO}_x$  吸収剤、それぞれ 5 a、5 b が接続されている。

【0011】また、排気通路 3 の通路 3 a、3 b の分岐部には排気切り換え弁 2 が設けられ、排気通路 3 a、3

b の任意の一方を所定の開度で閉鎖して排気通路 3 a、3 b に排気を分配するようになっている。例えば排気切り換え弁 2 が図 1 に実線で示した位置に切り換えられると、排気の大部分は分岐通路 3 b 側に流入し、分岐通路 3 a 側に流入する排気流量が低減される。また、排気切り換え弁 2 が図 1 に点線で示した位置に切り換えられると、排気の大部分は分岐通路 3 a 側に流入し、分岐通路 3 b 側に流入する排気流量が低減される。図に 2 a で示すのは、後述するエンジン制御回路 (ECU) 20 からの制御信号により切り換え弁 2 を駆動して所定の切り換え位置をとらせるための負圧アクチュエータ等、適宜な形式のアクチュエータである。

【0012】また、本実施例では分岐通路 3 a、3 b は  $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a、5 b 下流側で再び合流しており、この合流部には排気切り換え弁 2 と同様な排気切り換え弁 2 2 と、アクチュエータ 2 2 a とが設けられている。排気切り換え弁 2 2 は、排気切り換え弁 2 と連動して作動し、それぞれの分岐通路に流入する排気流量を制御するとともに、後述の  $\text{NO}_x$  吸収剤再生操作時に再生中の  $\text{NO}_x$  吸収剤に下流側から排気が逆流することを防止している。

【0013】更に、分岐通路 3 a、3 b の  $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a、5 b 上流側には後述する還元剤供給装置 11 から  $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a、5 b に還元剤を供給する還元剤供給ノズル、それぞれ 1 2 a、1 2 b が接続されている。また、図 1 に 7 a、7 b で示すのは、それぞれ分岐通路 3 a、3 b の  $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a、5 b 下流側に配置された排気温度センサである。排気温度センサ 7 a、7 b は  $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a、5 b を通過した排気温度を検出する。 $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a、5 b の  $\text{NO}_x$  吸収中は、比較的大量の排気が  $\text{NO}_x$  吸収剤を通過するため、 $\text{NO}_x$  吸収剤の温度は、排気温度センサ 7 a、7 b で検出した排気温度とはほぼ等しくなっている。本実施例では、後述のように排気温度センサ 7 a、7 b で検出した排気温度に基づいて、 $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a、5 b の  $\text{NO}_x$  吸収時間 (排気切り換え弁 2、2 2 の切換え周期) を設定することにより、 $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力に応じた吸収時間を設定している。

【0014】図に 20 で示すのはエンジン 1 の制御回路 (ECU) である。ECU 20 は CPU、RAM、ROM、及び入力ポート、出力ポートを相互に双方向バスで接続した構成の公知のデジタルコンピュータからなり、エンジンの燃料噴射量制御等の基本制御を行っている。また、本実施例では ECU 20 は、更に、図示しない駆動回路や負圧制御弁等を介してアクチュエータ 2 a、2 2 a を駆動して排気切り換え弁 2、2 2 の切り換え位置制御を行うほか、還元剤供給装置 11 からの還元剤供給制御を行う。これらの制御のため ECU 20 の入力ポートには、排気温度センサ 7 a、7 b からの排気温度信号が入力されている他、エンジン回転数、機関吸入空気量等の信号がそれぞれ図示しないセンサから入力さ

れている。

【0015】還元剤供給装置11は還元剤容器、加圧ポンプ等から構成される還元剤供給源13と、還元剤供給源13から還元剤供給ノズル12a、12bに供給される還元剤供給量の流量を調節する制御弁14a、14b及び、ノズル12a、12bと制御弁14a、14bとの間に配置された排気逆流防止用の逆止弁15a、15bとを備えている。制御弁14a、14bは、後述するNO<sub>x</sub>吸収剤5a、5bの再生操作時、ECU20の制御信号に応じて所定の開度を取り、開度に応じた量の還元剤をNO<sub>x</sub>吸収剤5a、5bに供給するものである。

【0016】NO<sub>x</sub>吸収剤5a、5bのNO<sub>x</sub>放出、還元操作（再生操作）に使用する還元剤としては、排気中で炭化水素、一酸化炭素等の還元成分を発生するものであれば良く、水素、一酸化炭素等の気体、プロパン、プロピレン、ブタン等の液体又は気体の炭化水素、ガソリン、軽油、灯油等の液体燃料等が使用できる。NO<sub>x</sub>吸収剤5a、5bは例えばアルミナ等の担体を使用し、この担体上に例えばカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCsのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCaのようなアルカリ土類、ランタンLa、イットリウムYのような希土類から選ばれた少なくとも一つと、白金Ptのような貴金属とが担持されている。このNO<sub>x</sub>吸収剤5a、5bは流入する排気空燃比がリーンの場合にはNO<sub>x</sub>を吸収し、酸素濃度が低下するとNO<sub>x</sub>を放出するNO<sub>x</sub>の吸放出作用を行う。

【0017】なお、上述の排気空燃比とは、ここではNO<sub>x</sub>吸収剤5a、5bの上流側の排気通路やエンジン燃焼室、吸気通路等にそれぞれ供給された空気量の合計と燃料と還元剤の合計との比を意味するものとする。従って、NO<sub>x</sub>吸収剤5a、5bの上流側排気通路に燃料、還元剤または空気が供給されない場合には排気空燃比はエンジンの運転空燃比（エンジン燃焼室内の燃焼における空燃比）と等しくなる。

【0018】本実施例では、リーン空燃比の燃焼を行う機関が使用されているため、通常運転時の排気空燃比はリーンであり、NO<sub>x</sub>吸収剤5a、5bは排気中のNO<sub>x</sub>の吸収を行う。また、還元剤供給装置11から排気中に還元剤が導入されて酸素濃度が低下すると、NO<sub>x</sub>吸収剤5a、5bは吸収した還元剤の放出を行う。この吸放出作用の詳細なメカニズムについては明らかな部分もある。しかし、この吸放出作用は図2に示すようなメカニズムで行われているものと考えられる。次にこのメカニズムについて担体上に白金PtおよびバリウムBaを担持させた場合を例にとって説明するが他の貴金属、アルカリ金属、アルカリ土類、希土類を用いても同様なメカニズムとなる。

【0019】すなわち、流入排気がかなりリーンになると流入排気中の酸素濃度が大幅に増大し、図2(A)に示されるようにこれら酸素O<sub>2</sub>がO<sub>2</sub><sup>-</sup>またはO<sup>2+</sup>の形で

白金Ptの表面に付着する。一方、流入排気中のNOは白金Ptの表面上でこのO<sub>2</sub><sup>-</sup>またはO<sup>2+</sup>と反応し、NO<sub>2</sub>となる（2NO+O<sub>2</sub>→2NO<sub>2</sub>）。次いで生成されたNO<sub>2</sub>の一部は白金Pt上で酸化されつつ吸収剤内に吸収されて酸化バリウムBaOと結合しながら、図2(A)に示されるように硝酸イオンNO<sub>3</sub><sup>-</sup>の形で吸収剤内に拡散する。このようにしてNO<sub>x</sub>がNO<sub>x</sub>吸収剤5a、5b内に吸収される。

【0020】従って、流入排気中の酸素濃度が高い限り白金Ptの表面でNO<sub>2</sub>が生成され、吸収剤のNO<sub>x</sub>吸収能力が飽和しない限りNO<sub>2</sub>が吸収剤内に吸収されて硝酸イオンNO<sub>3</sub><sup>-</sup>が生成される。これに対して流入排気中の酸素濃度が低下してNO<sub>2</sub>の生成量が減少すると反応が逆方向（NO<sub>3</sub><sup>-</sup>→NO<sub>2</sub>）に進み、こうして吸収剤内の硝酸イオンNO<sub>3</sub><sup>-</sup>がNO<sub>2</sub>の形で吸収剤から放出される。すなわち、流入排気中の酸素濃度が低下するとNO<sub>x</sub>吸収剤5a、5bからNO<sub>x</sub>が放出されることになる。

【0021】一方、流入排気中にHC、CO等の還元成分が存在すると、これらの成分は白金Pt上の酸素O<sub>2</sub><sup>-</sup>またはO<sup>2+</sup>と反応して酸化され、排気中の酸素を消費して排気中の酸素濃度を低下させる。また、排気中の酸素濃度低下によりNO<sub>x</sub>吸収剤5a、5bから放出されたNO<sub>2</sub>は図2(B)に示すようにHC、COと反応して還元される。このようにして白金Ptの表面上にNO<sub>2</sub>が存在しなくなると吸収剤から次から次へとNO<sub>2</sub>が放出される。

【0022】すなわち、流入排気中のHC、COは、まず白金Pt上のO<sub>2</sub><sup>-</sup>またはO<sup>2+</sup>とただちに反応して酸化され、次いで白金Pt上のO<sub>2</sub><sup>-</sup>またはO<sup>2+</sup>が消費されてもまだHC、COが残っていればこのHC、COによって吸収剤から放出されたNO<sub>x</sub>、および排気とともに流入するNO<sub>x</sub>が還元される。本実施例では、排気切換弁2、22の操作により交互にNO<sub>x</sub>吸収剤5aと5bのNO<sub>x</sub>吸収と放出とを行う。すなわち、本実施例では、排気切換弁2、22の操作により一方のNO<sub>x</sub>吸収剤（例えば5a）に大部分の排気を流してNO<sub>x</sub>を吸収させる。また、後述の操作により設定された所定時間NO<sub>x</sub>吸収を行ってNO<sub>x</sub>吸収剤5aのNO<sub>x</sub>吸収量が

【0023】ところが、前述のようにNO<sub>x</sub>吸収剤のN

NO<sub>x</sub> 吸収能力は温度とともに変化する特性を有するため、上記の NO<sub>x</sub> 吸収時間を常に一定に設定していると、NO<sub>x</sub> 吸収剤の吸収能力を有効に活用できない問題が生じる。以下に、図 3 から図 5 を用いてこの問題を詳細に説明する。図 3 は、本発明に使用する NO<sub>x</sub> 吸収剤の一般的な温度吸収特性を説明する図であり、図 3 縦軸は NO<sub>x</sub> 吸収剤が吸収可能な NO<sub>x</sub> 量を示し、図 3 横軸は NO<sub>x</sub> 吸収剤温度を示している。

【 0 0 2 4 】 図 3 から判るように、NO<sub>x</sub> 吸収剤の吸収能力は一定の温度 (図 3、T<sub>p</sub>) でピーク値を有しており、このピーク温度以下では温度上昇につれて増大し、ピーク温度以上では温度上昇につれて減少する。これは、以下のような理由によると考えられる。図 2 で説明したように、排気中の NO<sub>x</sub> は NO<sub>x</sub> 吸収剤の P t 上で酸化されて吸収剤の Ba O と結合しつつ吸収され、硝酸イオン NO<sub>3</sub><sup>-</sup> の形で吸収剤内に拡散する。この酸化反応は、温度の上昇とともに活発になるため、ある温度以下では NO<sub>x</sub> 吸収能力は温度とともに上昇して行く。しかし、吸収剤の温度が上昇すると、Ba O と結合した硝酸イオンが次第に分解し易くなり、NO<sub>x</sub> 吸収剤から NO<sub>2</sub> の形で放出されるようになる。特に、NO<sub>x</sub> 吸収剤の高温領域では、NO<sub>x</sub> 吸収剤からの NO<sub>2</sub> の放出が急激に増大するため、NO<sub>x</sub> の吸収量と放出量の平衡が放出側に移行して、NO<sub>x</sub> 吸収剤の吸収能力には図 3 に示すようなピーク温度が生じ、高温領域、低温領域の両方で NO<sub>x</sub> 吸収能力が低下してしまうのである。

【 0 0 2 5 】 次に図 4、図 5 に NO<sub>x</sub> 吸収剤に吸収されず下流側に排出される NO<sub>x</sub> 量の、NO<sub>x</sub> 吸収剤切換えに伴う時間変化を示す。図 4、図 5 において I N で示すのは NO<sub>x</sub> 吸収剤に流入する排気に含まれる NO<sub>x</sub> 濃度、O U T で示すのは NO<sub>x</sub> 吸収剤通過後の排気中の NO<sub>x</sub> 濃度を示す。また、図 4、図 5 は、NO<sub>x</sub> 吸収剤 5 a、5 b の NO<sub>x</sub> 吸収時間を一定値 (t<sub>0</sub>) に保持したときに排気温度が変化した場合について示しており、図中 (a) は NO<sub>x</sub> 吸収剤 5 a による吸収を、(b) は NO<sub>x</sub> 吸収剤 5 b による吸収を示している。更に、図 4 は排気温度が NO<sub>x</sub> 吸収剤の吸収能力が最大に成る温度

(図 3、T<sub>p</sub>) 近傍にある場合、図 5 は排気温度が更に上昇して T<sub>p</sub> (図 3) 付近になった場合について示している。

【 0 0 2 6 】 図 4 を参照すると、例えば NO<sub>x</sub> 吸収剤 5 a が吸収を開始すると (図 4、A 点)、NO<sub>x</sub> 吸収剤 5 a の吸収量が増大するにつれて下流側に流出する NO<sub>x</sub> 量 (図 4、O U T) が増大する。吸収時間 t<sub>0</sub> が経過すると、排気切換え弁 2、2 2 が切換えられて NO<sub>x</sub> 吸収剤 5 b による吸収が開始される (図 4、B 点) が、NO<sub>x</sub> 吸収剤の吸収能力が高いため、切換え時にも NO<sub>x</sub> の流出量は小さく、NO<sub>x</sub> 吸収剤通過後の排気中の NO<sub>x</sub> レベルは流入排気中の NO<sub>x</sub> (図 4、I N) より大幅に低いレベルに維持されている。

【 0 0 2 7 】 ところが、この状態で排気温度が上昇して T<sub>p</sub> 付近になると、図 3 に示すように NO<sub>x</sub> 吸収剤の吸収能力が低下する。また、図 5 に示すように、流入する排気中の NO<sub>x</sub> 濃度自体も機関の燃焼温度の上昇とともに増大する (図 5、I N)。この場合、NO<sub>x</sub> 吸収剤の吸収能力が低下しているため、吸収時間 t<sub>0</sub> が経過した時点では、NO<sub>x</sub> 吸収剤の NO<sub>x</sub> 吸収量がほぼ飽和してしまっており、排気中の NO<sub>x</sub> の殆どが NO<sub>x</sub> 吸収剤を通過してしまう。このため、NO<sub>x</sub> 吸収剤通過後の排気中の NO<sub>x</sub> レベル (図 5、O U T) は、流入排気中の NO<sub>x</sub> (図 5、I N) とほぼ同じレベルまで増大しており、NO<sub>x</sub> のエミッションが増大してしまう問題が生じる。

【 0 0 2 8 】 本実施例では、この問題を防止するために図 6 に示すように排気温度に応じて NO<sub>x</sub> 吸収剤の吸収時間を変更し、例えば排気温度が図 3、T<sub>p</sub> 付近にあるときは切換え時間を t<sub>0</sub> に設定し、排気温度が T<sub>p</sub> から高温側または低温側になるにつれて切換え時間を短縮する。これにより、排気温度が T<sub>p</sub> になった時には切換え時間は t<sub>0</sub> に設定され、図 5 に示すように NO<sub>x</sub> 吸収剤を通過する排気 NO<sub>x</sub> 濃度が増大する前に切換えが行われるため、NO<sub>x</sub> のエミッション増大が防止される。

【 0 0 2 9 】 図 7 は排気温度による上記吸収時間制御を示すフローチャートである。本ルーチンは所定時間毎に E C U 2 0 により実行される。図 7 においてルーチンがスタートすると、ステップ 7 0 1 では、排気温度センサ 7 a、7 b のうち、現在 NO<sub>x</sub> 吸収中の NO<sub>x</sub> 吸収剤下流側に配置された方のセンサ出力から排気温度 T<sub>g</sub> が読みこまれる。次いでステップ 7 0 3 では、吸収開始からの経過時間を表すカウンタ C がカウントアップされる。

【 0 0 3 0 】 次に、ステップ 7 0 5 では、排気温度 T<sub>g</sub> から図 6 に示す関係を用いて吸収時間が算出され、カウンタ設定値 C<sub>0</sub> が演算される。なお、図 6 に示す排気温度と吸収時間との関係は、予め E C U 2 0 の ROM に記憶されており、ステップ 7 0 5 では ROM から排気温度 T<sub>g</sub> に基づいて吸収時間が読みだされる。また、C<sub>0</sub> は上記により算出された吸収時間を本ルーチンの実行間隔で割った値、すなわち吸収時間の設定値に相当するルーチン実行回数である。

【 0 0 3 1 】 次いで、ステップ 7 0 7 では上記吸収時間が経過しているか否かがカウンタ C の値から判定され、吸収時間が経過している場合には、ステップ 7 0 9 で排気切換え弁 2、2 2 を切り換えてもう一方の NO<sub>x</sub> 吸収剤で排気中の NO<sub>x</sub> の吸収を開始するとともに、今まで NO<sub>x</sub> を吸収していた側の NO<sub>x</sub> 吸収剤に還元剤供給装置 1 1 から還元剤を供給して NO<sub>x</sub> 吸収剤の再生を行う。また、このときステップ 7 1 1 ではカウンタ C がクリアされ、新たに吸収時間のカウントを開始する。

【 0 0 3 2 】 上記ルーチンの実行により、NO<sub>x</sub> 吸収剤 5 a、5 b の NO<sub>x</sub> 吸収時間は常に NO<sub>x</sub> 吸収能力に応

じた適切な値に設定されるため、 $\text{NO}_x$  吸収剤の能力を有効に活用した効率的な排気浄化が行われる。次に図 8 以下を用いて、請求項 2 に対応する本発明の実施例を説明する。本実施例では、 $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a と 5 b とは互いに温度吸収特性が異なる  $\text{NO}_x$  吸収剤が使用され、それぞれの  $\text{NO}_x$  吸収剤の切換え時間が排気温度とそれぞれの温度吸収特性に応じて設定される。

【0033】図 8 は本実施例の  $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a、5 b の温度吸収特性を示す。図 8 に示すように、本実施例では  $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a は比較的低い温度 (図 8、 $T_A$ ) で最大吸収能力を発揮するものが使用され、 $\text{NO}_x$  吸収剤 5 b は比較的高い温度 (図 8、 $T_B$ ) で最大吸収能力を発揮するものが使用されている。図 8、 $T_C$  は  $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a、5 b の吸収能力が等しくなる温度である。

【0034】本実施例では、排気温度の変化による  $\text{NO}_x$  吸収剤の切換え回数の増減が生じることを防止するため、 $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a の  $\text{NO}_x$  吸収時間と  $\text{NO}_x$  吸収剤 5 b の  $\text{NO}_x$  吸収時間との和は排気温度にかかわらず一定とし、 $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a、5 b の切換え全体の周期を一定に維持したまま、一周期に占める  $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a と 5 b との吸収時間の比率のみを排気温度に応じて変更するようにしている。

【0035】図 9 は、本実施例の  $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a と 5 b の吸収時間比率 (パーセント) の設定値を示す図である。図 9 において、横軸は排気温度を示し、左側縦軸は  $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a の吸収時間比率を表し、右側縦軸は  $\text{NO}_x$  吸収剤 5 b の吸収時間比率を示している。図 9 に示すように、本実施例では排気温度が低くなると、 $\text{NO}_x$  吸収剤 5 b の吸収時間比率が増大し (すなわち  $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a の吸収時間比率が減少し)、排気温度が高くなると  $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a の吸収時間比率が増大する (すなわち  $\text{NO}_x$  吸収剤 5 b の吸収時間比率が減少する) ように吸収時間比率が設定されている。また、それぞれの  $\text{NO}_x$  吸収剤の温度吸収特性 (図 8) に対応して、排気温度  $T_A$  では  $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a の吸収時間比率は最大値  $P_{\text{MAX}}$  ( $\text{NO}_x$  吸収剤 5 b の吸収時間比率は最小値  $P_{\text{MIN}}$ ) をとり、排気温度  $T_B$  では  $\text{NO}_x$  吸収剤 5 b の吸収時間比率が最大値  $P_{\text{MAX}}$  ( $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a の吸収時間比率が最小値  $P_{\text{MIN}}$ ) をとるようにされている。排気温度  $T_C$  では、それぞれの  $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収時間比率は 50 パーセントに設定され、 $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a と 5 b の  $\text{NO}_x$  吸収時間は等しくなる。

【0036】上記のように  $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a、5 b として温度吸収特性が異なる  $\text{NO}_x$  吸収剤を使用し、それぞれの吸収時間比率を排気温度に応じて変えるようにした結果、一方の  $\text{NO}_x$  吸収能力が低下する領域では、他方の  $\text{NO}_x$  吸収能力が増大するため、装置全体としての  $\text{NO}_x$  吸収能力は排気温度にかかわらずほぼ一定に維持される。また、このため、 $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a、5 b の再生操作頻度、すなわち排気切換え弁の切換え頻度も排気温

度にかかわらず一定になるので切換え頻度の増大による運転性の悪化が生じない。

【0037】図 10 は、排気温度が高温領域 (例えば、図 8、 $T_B$ ) における、 $\text{NO}_x$  吸収剤の切換え操作に伴う  $\text{NO}_x$  吸収剤下流側の排気  $\text{NO}_x$  濃度の変化を示す、図 4、図 5 と同様な図である。図 10 において、A で示した区間は  $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a による  $\text{NO}_x$  吸収、B は  $\text{NO}_x$  吸収剤 5 b による  $\text{NO}_x$  吸収を示す。図 10 に示すように、 $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a の吸収時間は吸収能力の低下に応じて短く設定され、吸収能力が飽和する前に切換えが行われるため下流側の  $\text{NO}_x$  濃度は増大しない、また、このとき  $\text{NO}_x$  吸収剤 5 b の吸収時間は、吸収能力の増大に応じて長く設定されるため、 $\text{NO}_x$  吸収剤 5 b の吸収能力を最大限に活用することが可能となる。また、吸収時間の合計 (A + B) は排気温度にかかわらず一定に保持されるため、 $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a、5 b の切換え頻度 (排気切換え弁の切換え頻度) は一定になる。

【0038】図 11 は上記切換え操作のフローチャートを示す。図 11 においてルーチンがスタートすると、ステップ 1101 では、 $\text{NO}_x$  吸収中の  $\text{NO}_x$  吸収剤を通過する排気温度  $T_E$  が排気温度センサから読み込まれ、ステップ 1103 ではカウンタ C のカウンタアップが行われる。次いで、ステップ 1105 では ROM に記憶した、図 9 の関係から排気温度に基づいて、現在  $\text{NO}_x$  吸収中の  $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収時間比率  $\alpha$  が読みだされる。また、ステップ 1107 では、 $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a、5 b の  $\text{NO}_x$  吸収時間の合計 A + B (図 10 参照) と吸収時間比率  $\alpha$  から現在  $\text{NO}_x$  吸収中の  $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収時間設定値が  $(A + B) \times \alpha$  として計算され、この吸収時間設定値に相当するルーチン実行回数 C<sub>0</sub> が算出される。また、ステップ 1109 からステップ 1113 では、上記実行回数設定値 C<sub>0</sub> とステップ 1103 でカウンタアップしたカウンタ C との比較に基づいて切換え操作が実行される。

【0039】なお、本実施例では  $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収時間比率は図 9 に示すように排気温度に応じて連続的に変化させているが、吸収時間比率は、図 12 に示すように排気温度に応じて段階的に変化させるようにしてもよい。また、本実施例では  $\text{NO}_x$  吸収剤 5 a と 5 b の吸収時間の合計 (A + B) は排気温度にかかわらず一定になるようにしているが、両方の  $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収時間を最適にするために、切換え頻度が大幅に増大しない範囲で排気温度に応じて吸収時間の合計を変更し、この合計時間から各  $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収時間比率に基づいて吸収時間を設定するようにしても良い。

【0040】

【発明の効果】上述のように、本発明の排気浄化装置は、 $\text{NO}_x$  吸収剤の  $\text{NO}_x$  吸収時間設定を排気温度に応じて変更するようにしたことにより、 $\text{NO}_x$  吸収剤の吸収能力を有効に活用して効率的な排気浄化を実行するこ

とを可能とする効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の排気浄化装置の一実施例を示す全体図である。

【図2】本発明に使用する $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸放出作用を説明する図である。

【図3】 $\text{NO}_x$ 吸収剤の温度吸収特性の一例を示す図である。

【図4】 $\text{NO}_x$ 吸収剤の切換え操作に伴う、 $\text{NO}_x$ 吸収剤下流側での排気ガス $\text{NO}_x$ 濃度の変化の一例を示す図である。

【図5】 $\text{NO}_x$ 吸収剤の切換え操作に伴う、 $\text{NO}_x$ 吸収剤下流側での排気ガス $\text{NO}_x$ 濃度の変化の一例を示す図である。

【図6】 $\text{NO}_x$ 吸収剤の吸収時間の設定を示す図である。

【図7】 $\text{NO}_x$ 吸収剤の切換え操作を示すフローチャートである。

【図8】異なる温度吸収特性を有する2つ $\text{NO}_x$ 吸収剤

を使用した場合の、図3と同様な図である。

【図9】図8に示した場合の、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収時間比率の設定例を示す図である。

【図10】図8に示した場合の $\text{NO}_x$ 吸収剤の切換え操作に伴う、 $\text{NO}_x$ 吸収剤下流側での排気ガス $\text{NO}_x$ 濃度の変化の一例を示す図である。

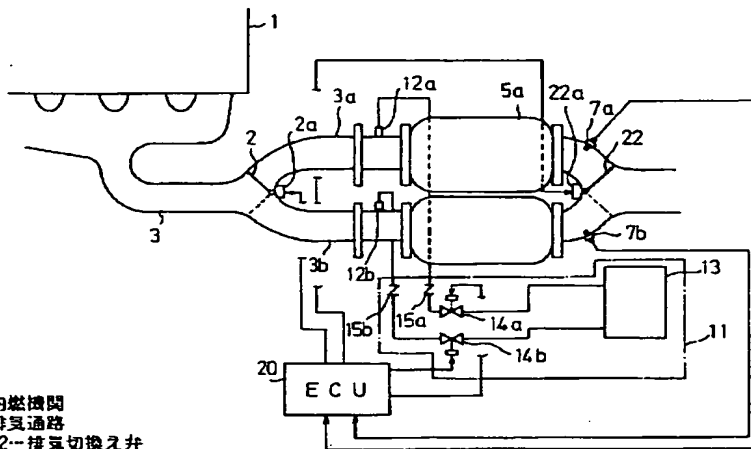
【図11】 $\text{NO}_x$ 吸収剤の切換え操作を示すフローチャートである。

【図12】図8に示した場合の、 $\text{NO}_x$ 吸収剤の $\text{NO}_x$ 吸収時間比率の設定の別の例を示す図である。

【符号の説明】

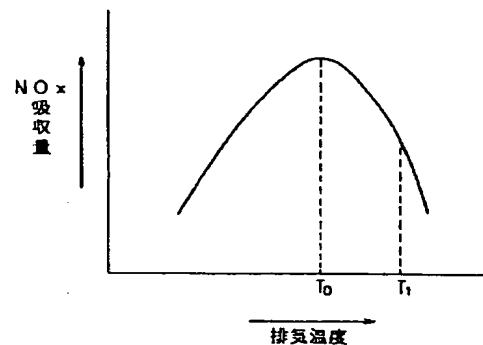
- 1…内燃機関
- 2、22…排気切り換え弁
- 3…排気通路
- 3a、3b…分岐通路
- 5a、5b… $\text{NO}_x$ 吸収剤
- 11…還元剤供給装置
- 7a、7b…排気温度センサ
- 20…エンジン制御回路(E C U)

【図1】

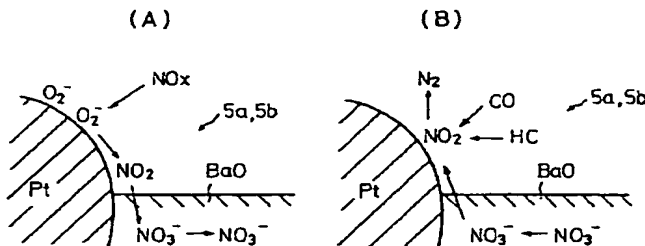


- 2…内燃機関
- 3…排気通路
- 2、22…排気切り換え弁
- 5a、5b… $\text{NO}_x$ 吸収剤
- 7a、7b…排気温度センサ
- 11…還元剤供給装置

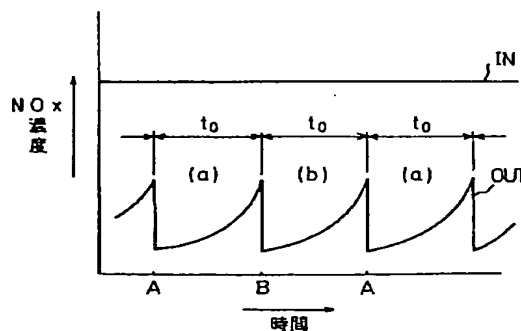
【図3】



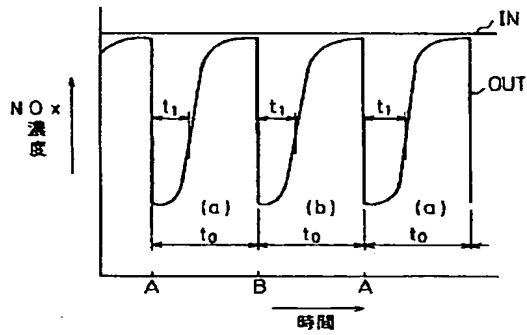
【図2】



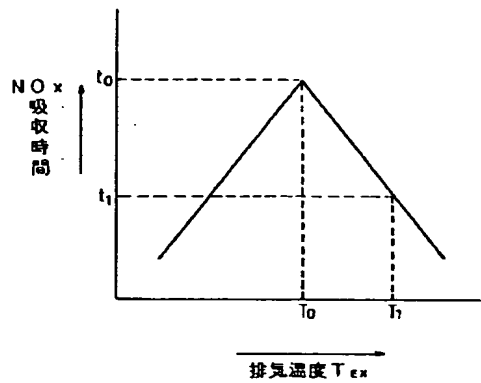
【図4】



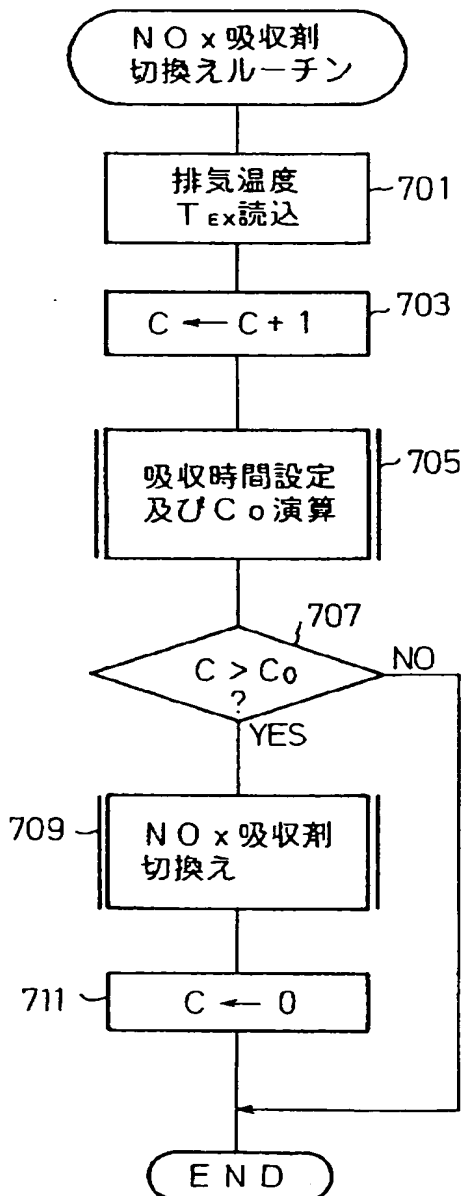
【図 5】



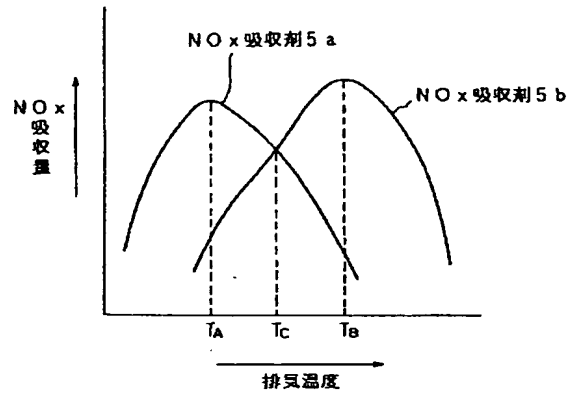
【図 6】



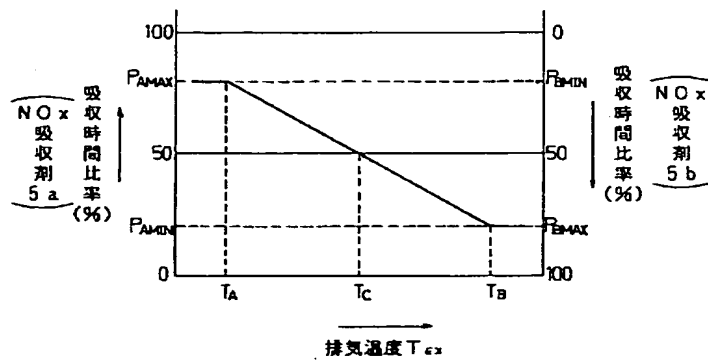
【図 7】



【図 8】

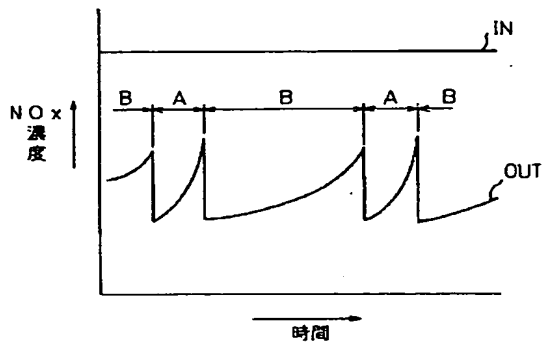


【図 9】

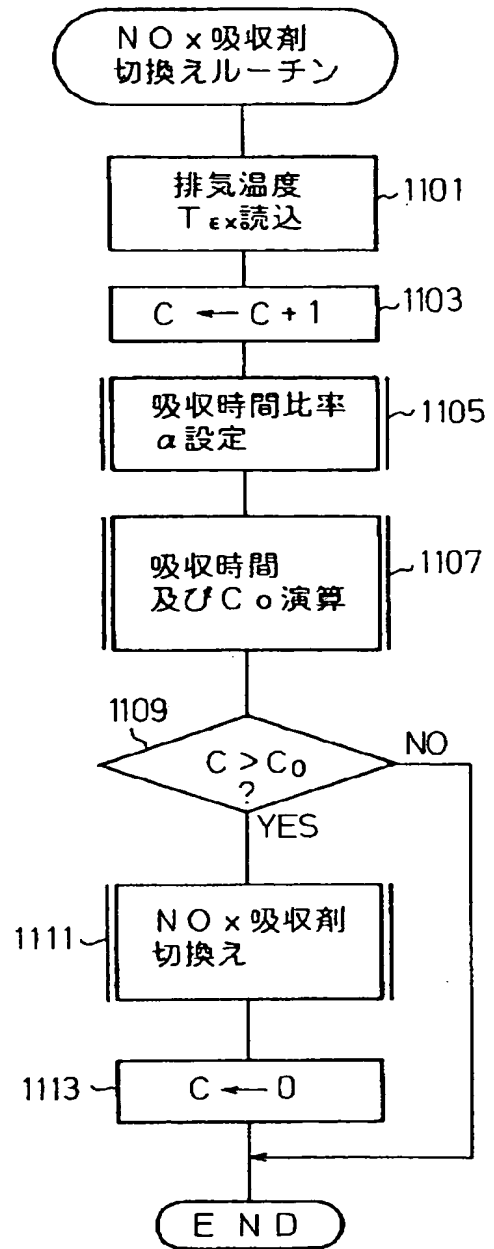




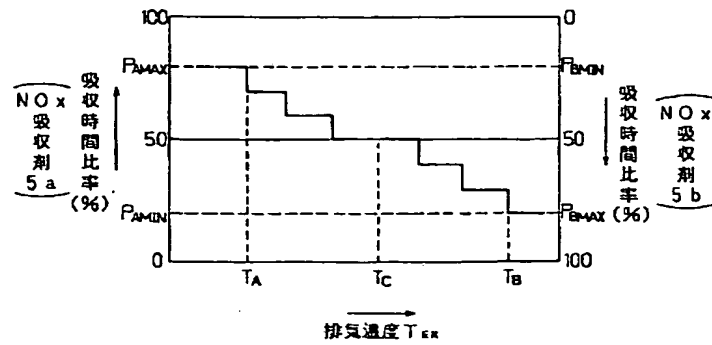
【図10】



【図11】



【図 12】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
3/20

識別記号

N  
U

F I

(72) 発明者 小端 喜代志  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内